



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 00 692 A 1

51 Int. Cl.⁵:
B 60 K 17/06
F 16 H 47/04
F 16 H 61/40
B 60 K 41/16
B 60 K 41/28
// B60K 8/00

21 Aktenzeichen: P 42 00 692.9
22 Anmeldetag: 14. 1. 92
43 Offenlegungstag: 15. 7. 93

DE 42 00 692 A 1

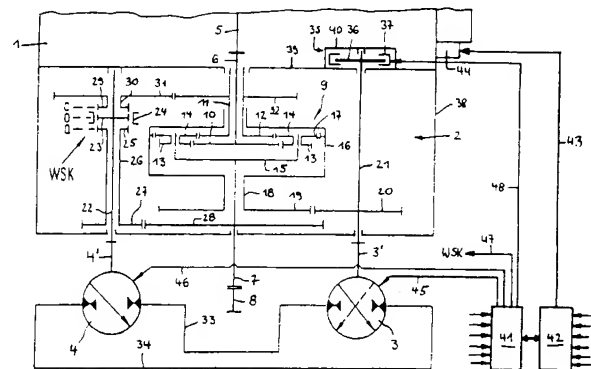
71 Anmelder:
MAN Nutzfahrzeuge AG, 8000 München, DE

72 Erfinder:
Hagin, Faust, Dipl.-Ing.; Drewitz, Hans, Dipl.-Ing.
(FH), 8000 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Antriebseinrichtung eines Fahrzeuges

57 Es wird eine Antriebseinrichtung eines Fahrzeuges mit einem hydrostatischmechanischen Leistungsverzweigungsgetriebe (2) zwischen Antriebsmotor (1) und Achsantriebsstrang (7) mit einem mindestens vierwelligen Planetendifferential (9) und mindestens zwei Reihen von Planetenrädern (13, 14), zwei Sonnenrädern (10, 12), einem Steg (15) und einem Hohlrad (16) sowie zwei den Eingang bzw. Ausgang bildenden und jeweils an verschiedenen Wellen des Planetendifferentials angeschlossenen Hauptwellen (6, 7) und mit zwei Hydrostatmaschinen (3, 4) vorgeschlagen. Dabei ist zur Vermeidung des bisher notwendigen, komplizierten und teuren hydraulischen Steuerblocks für die Betriebssteuerung der beiden Hydrostatmaschinen (3, 4) folgende Lösung vorgesehen. Eine (4) der beiden Hydrostatmaschinen (3, 4) gehorcht der Schrägachsen-Bauart und ist nur einseitig zwischen Null und Maximum verschwenkbar, während die andere Hydrostatmaschine (3) einer Bauart gehorcht, die beidseitig von Plus-Maximum über Null gehend zum Minus-Maximum und umgekehrt verschwenkbar ist. Außerdem ist der Welle (3') der beidseitig verschwenkbaren Hydrostatmaschine (3) oder einer mit dieser Welle (3') getrieblich fest verbundenen Welle eine Bremseinrichtung (35) zugeordnet. Schließlich ist noch eine elektronische Steuereinrichtung (41) vorgesehen, die die Schwenkwinkelverstellung der beiden Hydrostatmaschinen (3, 4), die Betätigung der Kuppelung (WSK) und der Bremseinrichtung (35) in der Weise steuert, daß die Welle (3') der ...



DE 42 00 692 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Antriebseinrichtung eines Fahrzeuges mit Merkmalen entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche Antriebseinrichtung ist beispielsweise aus der DE 29 04 572 C2 bekannt. Für die Steuerung des Öl-Flusses zwischen den beiden dort verwendeten Hydrostatmaschinen ist ein relativ kompliziert aufgebauter hydraulischer Steuerblock mit einer Reihe von zumindest teilweise elektromagnetisch betätigbaren Ventilen für Durchlaß und Absperrung, Drucksteuerung, Druckbegrenzung und dergleichen vorgesehen. Dieser hydraulische Steuerblock stellt somit einen ganz erheblichen Kostenfaktor in Bezug auf die Realisierung dieses bekannten Leistungsverzweigungsgetriebes dar.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Antriebseinrichtung mit einem Leistungsverzweigungsgetriebe der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten, daß auf den besagten hydraulischen Steuerblock verzichtet werden kann.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß durch eine Antriebseinrichtung mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Lösung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Kombination der beiden ihrer Bauart nach unterschiedlichen Hydrostatmaschinen in Verbindung mit der Bremseinrichtung und der eine spezielle Ansteuerung bewirkenden elektronischen Steuereinrichtung ist es möglich geworden, daß auf den komplizierten, teuren und auch platzaufwendigen hydraulischen Steuerblock verzichtet werden kann. Dies insbesondere auch deshalb, weil erst jetzt auf dem Markt beidseitig über Null gehend verschwenkbare Hydrostatmaschinen zur Verfügung stehen, die auch schon jene für die Beherrschung der Drücke und der Umsteuerung notwendigen Organe wie Drucksteuer- und Druckbegrenzungsventile, Einspeiseventile und dergleichen als integrale Bestandteile aufweisen.

Nachstehend ist die erfindungsgemäße Lösung anhand mehrerer in der Zeichnung (Fig. 1 bis 4) dargestellter Ausführungsbeispiele noch näher erläutert. In den Figuren sind gleiche bzw. einander entsprechende Teile mit gleichen Bezugszeichen angezogen.

Die Antriebseinrichtung des Fahrzeuges umfaßt einen Antriebsmotor 1 und ein nachgeordnetes hydrostatisch-mechanisches Leistungsverzweigungsgetriebe 2. Letzteres besteht aus einem mechanischen Getriebeteil und einem hydrostatischen Teil mit wenigstens zwei Hydrostatmaschinen 3, 4. Die in der Zeichnung dargestellte Ausgestaltung des mechanischen Teils des Leistungsverzweigungsgetriebes 2 ist nur als Beispiel zu verstehen und nicht auf diese Ausführungsform beschränkt. Der Antriebsmotor 1 — beispielsweise ein Dieselmotor — steht über seine Kurbelwelle 5 mit der Eingangswelle 6 des Leistungsverzweigungsgetriebes 2 in fester Antriebsverbindung. Zwischen der Ausgangswelle 7, an der ein Achsantriebsstrang 8 für wenigstens eine angetriebene Fahrzeugachse angeschlossen ist, und der Eingangswelle 6 des Leistungsverzweigungsgetriebes 2 wirkt als ein mechanischer Teil desselben ein mindestens vierwelliges Planetendifferential 9. Dieses Planetendifferential 9 umfaßt ein an der Eingangswelle 6 angeschlossen großes Sonnenrad 10, ein an einer coaxial zur Eingangswelle 6 angeordneten Hohlwelle 11 angeschlossen kleines Sonnenrad 12, einen an der Ausgangswelle 7 angeschlossen, wenigstens ein Doppel-

planetenrad 13, 14 lagernden Steg 15 und ein um Hohlwelle 11 und Ausgangswelle 7 drehbares Hohlrad 16 mit Innenverzahnung 17. Mit dieser Innenverzahnung 17 sowie dem kleinen Sonnenrad 12 steht das Planetenrad 14 in Eingriff, während das Planetenrad 13 mit dem großen Sonnenrad 10 kämmt. Am Hohlrad 16 ist über eine Nabe 18 ein Zahnrad 19 angeschlossen, daß mit einem durchmesserkleineren Zahnrad 20 kämmt, welches auf einer die mechanisch feste Verbindung zur Welle 3' der Hydrostatmaschine 3 herstellenden Nebenwelle 21 sitzt. Die getriebliche Verbindung zwischen der anderen Hydrostatmaschine 4 und dem Planetendifferential 9 ist über zwei wahlweise, z. B. durch die dargestellte Wechselschaltkupplung WSK schaltbare, unterschiedlich große Übersetzungen zu einer die mechanisch feste Verbindung zur Welle 4' der Hydrostatmaschine 4 herstellenden weiteren Nebenwelle 22 gegeben. Hierzu ist drehfest an letzterer eine Mitnehmerscheibe 23 angeordnet, auf der mitrotierend eine axial aus einer neutralen, antriebslosen 0-Stellung in eine Kupplungsstellung a oder c verschiebbare Kupplungsmuffe 24 sitzt. In Kupplungsstellung a wird von letzterer die Verbindung zu einer Kupplungsscheibe 25 hergestellt, die über eine Nabe 26 ein Zahnrad 27 trägt, das mit einem durchmessermäßig wesentlich größeren Zahnrad 28 kämmt, welches fest mit der Ausgangswelle 7 verbunden ist. In Kupplungsstellung c dagegen kommt die Kupplungsmuffe 24 mit einer Kupplungsscheibe 29 in ein Eingriff, an der über eine Nabe 30 ein Zahnrad 31 angeschlossen ist, das mit einem an der das kleine Sonnenrad 12 tragenden Hohlwelle 11 angeschlossenen Zahnrad 32 kämmt. Beide Hydrostatmaschinen 3, 4 können in beiden Drehrichtungen als Motor oder Pumpe betrieben werden und stehen über hydraulische Leitungen 33, 34 miteinander in Verbindung. Grundsätzlich ist dabei eine der beiden Hydrostatmaschinen 3, 4, vorzugsweise die Hydrostatmaschine 4, durch eine solche der Schrägachsenbauart gebildet und nur einseitig zwischen Null- und Maximum-Verschwenkwinkel für Leistungsregelung verstellbar, während die andere der beiden Hydrostatmaschinen 3, 4, vorzugsweise die Hydrostatmaschine 3 einer solchen Bauart gehorcht, die eine beidseitige, von Plus-Maximumverschwenkwinkel über Null zum Minus-Maximumverschwenkwinkel und umgekehrt gehende Verstellung für eine Leistungsregelung und Wirkrichtungsumkehr zuläßt vorzugsweise gehorcht diese beidseitig verschwenkbare Hydrostatmaschine der Schrägscheiben-Bauart und ist mit sämtlichen für den Betrieb notwendigen hydraulischen Begleitkomponenten wie Einspeisungsventil, Drucksteuer- bzw. Druckregelventil, Druckbegrenzungsventil und dergleichen ausgestattet.

Desweiteren ist der Welle (in dargestellten Beispielen 3') der beidseitig verschwenkbaren Hydrostatmaschine (wie im Beispiel dargestellt 3) oder einer mit der besagten Welle getrieblich fest verbundenen Welle (in dargestellten Beispielen 21, 16) eine Bremseinrichtung 35 zugeordnet. Die Bremseinrichtung 35 besteht generell aus einem mit der besagten Welle fest verbundenen Bremsorgan 36, z. B. einer Bremscheibe oder Bremslamellen, sowie Bremskraftübertragungsorganen 37, wie Flüssigkeitsdruckzylinder, denen zur Betätigung bzw. Auslösung entsprechende, elektronisch gesteuerte, elektrisch, insbesondere elektromagnetisch aktivierbare Betätigungs- bzw. Auslösemittel zugeordnet sind. Dabei kann die Bremseinrichtung 35 direkt auf die mit einem Bremsorgan 36 versehene Welle 3' der beidseitig verschwenkbaren Hydrostatmaschine 3 wirkend (siehe Fig. 1), oder

auf die mit der Welle 3' verbundene, mit dem Bremsorgan 36 versehene Nebenwelle 21 (siehe Fig. 2 und 3) wirkend, oder auf ein mit dem Hohlrad 16 fest verbundenes Bremsorgan 36 wirkend angeordnet sein. Im Fall gemäß Fig. 2 ist die Bremseinrichtung 35 außerhalb des Gehäuses 38 des Leistungsverzweigungsgetriebes 2 außen an dessen vorderer Stirnseite 39 angeordnet und wirkt dort auf die, an einem nach außen verlängerten Abschnitt das Bremsorgan 36 tragende Nebenwelle 21. Im Fall gemäß Fig. 3 ist die Bremseinrichtung 35 innerhalb des Gehäuses 38 des Leistungsverzweigungsgetriebes 2, dort innen an dessen vorderer Stirnseite 39 angeordnet und wirkt dort ebenfalls auf die das Bremsorgan 36 tragende Nebenwelle 21. Im Fall gemäß Fig. 4 ist das Bremsorgan 36 der Bremseinrichtung 35 außen am Hohlrad 16 befestigt. In der Regel besitzt die Bremseinrichtung 35 ein Gehäuse 40.

Zur Betriebssteuerung ist eine elektronische Steuereinrichtung 41 vorgesehen. Diese ist vorzugsweise rechnergesteuert und besitzt einen Mikroprozessor, Datenspeicher, Programmspeicher, Ein- und Ausgabeperipherie, welche Teile durch ein Daten-Bus-System miteinander verknüpft sind.

Die Steuereinrichtung 41 kann als eigenständiges Steuersystem (siehe Fig. 1) konzipiert und vom Ort der vorhandenen elektronischen Motorsteuerung 42, die den Betrieb des Antriebsmotors 1 regelt, entfernt angeordnet sein, steht dann aber mit der Motorsteuerung 42 in Kommunikationsverbindung.

Alternativ hierzu kann die Steuereinrichtung 41 zwar als eigenständiges System konzipiert, aber mit der Motorsteuerung 42 in Kommunikationsverbindung stehend am Ort derselben mit dieser baulich zusammengefaßt sein (siehe Fig. 2).

In weiterer Alternative kann die Steuereinrichtung 41 aber auch mit der Motorsteuerung 42 vereinigt sein (siehe Fig. 3 und 4), wobei dann deren Mikroprozessorsystem auch zur Steuerung des Betriebes des Leistungsverzweigungsgetriebes 2 und der Bremseinrichtung 35 herangezogen wird.

Die Motorsteuerung 42 gibt über einen Steuerkanal 43 Befehle an die für die Leistungsregelung des Antriebsmotors 1 maßgeblichen Organe 44, z. B. das Fördermengenverglied einer Einspritzpumpe, ab.

Die Steuereinrichtung 41 steht über Steuerleitungen 45, 46, 47, 48 mit den beiden Hydrostatmaschinen 3, 4, dem Betätigungsorgan der Kupplung WSK und der Bremseinrichtung 35 zur Betätigung dieser Bauteile durch entsprechende Befehle in Verbindung.

Nachstehend ist die Funktion dieser solchermaßen ausgestatteten Antriebseinrichtung näher erläutert.

Hinsichtlich der Funktion dieses Leistungsverzweigungsgetriebes 2 ist folgendes auszuführen: Die Drehzahl der Getriebeausgangswelle 7 summiert sich aus dem Drehzahlen des großen Sonnenrades 10 und des Hohlrades 16, welche die Umlaufgeschwindigkeit der Planetenräder 13, 14 bzw. des Steges 15 festlegen. Die Hydrostatmaschine 3 bewirkt durch ihre Drehzahl und Drehrichtung über die Zahnräder 20 und 19 die Drehzahl und Drehrichtung des Hohlrades 16.

Soll nun die Getriebeausgangswelle 7 und damit der Achsantriebsstrang 8 des Fahrzeugs in einem ersten Betriebsbereich ($n_{\text{Ausgang 7}} : n_{\text{Eingang 6}} \leq 50\%$) aus dem Stillstand heraus beschleunigt werden, so arbeitet die Hydrostatmaschine 3 bei einer Drehrichtung des Hohlrades 16 umgekehrt zur Drehrichtung des großen Sonnenrades 10 als Pumpe und liefert diese umgesetzte Leistung an die Hydrostatmaschine 4. Diese ist über die

sich in Kupplungsposition a befindliche Kupplungsmuffe 24 und die damit wirksame Übersetzung Zahnrad 27/Zahnrad 28 mit der Ausgangswelle 7 des Leistungsverzweigungsgetriebes 2 getrieblich verbunden, arbeitet dann als Motor und treibt die Nebenwelle 22 an, wodurch Leistung auf den Achsantriebsstrang 8 übertragen wird. Am Ende dieses ersten Betriebsbereiches steht die auf maximalen Plus-Verstellwinkel verschwenkte Hydrostatmaschine 3 zumindest annähernd still. Die gesamte vom Antriebsmotor 1 her eingespeiste Leistung wird dann praktisch vollkommen vom mechanischen Teil des Leistungsverzweigungsgetriebes 2 übertragen.

Soll das Fahrzeug weiter beschleunigt bzw. mit höherer Geschwindigkeit betrieben werden, was einen Übergang vom ersten in einen zweiten Betriebsbereich ($n_{\text{Ausgang 7}} : n_{\text{Eingang 6}} \geq 50\%$) bedeutet, dann werden von der Steuereinrichtung 41 verschiedene Befehle ausgegeben, dergestalt, daß die Welle (3') der beidseitig verschwenkbaren Hydrostatmaschine 3 durch die nunmehr aktivierte Bremseinrichtung 35 festgehalten, außerdem die beidseitig schwenkbare Hydrostatmaschine 3 vom Plus- über Null zum Minus-Maximumschwenkwinkel verschwenkt und gleichzeitig die weiterhin angetriebene einseitig verstellbare Hydrostatmaschine 4 auf Null-Schwenkwinkel eingestellt wird. Außerdem bewirkt die Steuereinrichtung 41 bei steigender Drehzahl der Ausgangswelle 7 eine Umschaltung der Kupplung WSK von Kupplungsposition a nach c, so daß dann das kleine Sonnenrad 12 über die Hohlwelle 11 und die Zahnräder 32, 31 sowie die Nebenwelle 22 in getrieblicher Verbindung zur Hydrostatmaschine 4 steht. In diesem zweiten Betriebsbereich ($n_{\text{Ausgang 7}} : n_{\text{Eingang 6}} \geq 50\%$) arbeitet dann die nach Minus verschwenkte Hydrostatmaschine 3 bei gleicher Drehrichtung des Hohlrades 16 und des großen Sonnenrades 10 wie vorher als Motor, der seine Leistung über die Leitungen 33, 34 von der Hydrostatmaschine 4 erhält, welche nun als Pumpe arbeitet. Die Antriebsleistung für die Hydrostatmaschine 4 wird in diesem Betriebsbereich also vom kleinen Sonnenrad 12 her übertragen.

Wenn das Fahrzeug wieder langsamer betrieben werden soll, also vom zweiten eine Rückkehr in den ersten Betriebsbereich ($n_{\text{Ausgang 7}} : n_{\text{Eingang 6}} \leq 50\%$) stattfindet, dann wird bei diesem Übergang auf Befehle der Steuereinrichtung 41 hin die Welle 3' der Hydrostatmaschine 3 mittels der Bremseinrichtung 35 wieder festgehalten, die Hydrostatmaschine 3 von Minus- über Null zum Plus-Maximumverschwenkwinkel verstellt und die andere Hydrostatmaschine 4 auf Nullschwenkwinkel eingestellt.

Patentansprüche

1. Antriebseinrichtung eines Fahrzeuges, mit einem hydrostatisch-mechanischen Leistungsverzweigungsgetriebe (2) zwischen Antriebsmotor (1) und Achsantriebsstrang (8) mit einem mindestens vierwelligen Planetendifferential (9) mit mindestens zwei Reihen von Planetenrädern (13, 14), zwei Sonnenrädern (10, 12), einem Steg (15) und einem Hohlrad (16), ferner mit zwei den Eingang bzw. Ausgang bildenden und jeweils an verschiedenen Wellen des Planetendifferentials (9) angeschlossenen Hauptwellen (6, 7), und mit zwei Hydrostatmaschinen (3, 4), die jeweils in mindestens einem Betriebsbereich an einer eigenen Welle des Planetendifferentials (9) angeschlossen sind und wechselweise als Pumpe

oder Motor arbeiten, wobei mindestens eine (4) der Hydrostatmaschinen (3, 4) bei zumindest annähernd stillstehender anderer Hydrostatmaschine (3) beim Übergang vom einen in den anderen Betriebsbereich über wenigstens eine schaltbare Kupplung (WSK) von der ausgangsseitigen Hauptwelle (7) zum nichtantriebsseitigen Sonnenrad (12) umschaltbar ist und im Zugbetrieb von Motor- auf Pumpenfunktion wechselt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die eine der beiden Hydrostatmaschinen (3, 4) der Schrägachsen-Bauart gehorcht und nur einseitig zwischen Null und Maximum verschwenkbar ist, während die andere Hydrostatmaschine einer Bauart gehorcht, die beidseitig von Plus-Maximum über Null gehend zum Minus-Maximum und umgekehrt verschwenkbar ist, daß ferner der Welle der beidseitig verschwenkbaren Hydrostatmaschine oder einer mit dieser Welle getrieblich fest verbundenen Welle eine Bremseinrichtung (35) zugeordnet ist, und daß eine elektronische Steuereinrichtung (41) vorgesehen ist, die die Schwenkwinkelverstellung der beiden Hydrostatmaschinen (3, 4), die Betätigung der wenigstens einen Kupplung (WSK) und der Bremseinrichtung (35) in der Weise steuert, daß die Welle der beidseitig verschwenkbaren Hydrostatmaschine während des Übergangs vom einen Betriebsbereich des Leistungsverzweigungsgetriebes (2) auf einen anderen durch die betätigte Bremseinrichtung (35) festgehalten, außerdem die beidseitig verschwenkbare Hydrostatmaschine von Plus- über Null nach Minus-Maximum oder umgekehrt verschwenkt und gleichzeitig die weiterhin angetriebene einseitig verstellbare Hydrostatmaschine auf Null-Schwenkwinkel eingestellt wird.

2. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nur einseitig schwenkbare Hydrostatmaschine jene (4) ist, die mit ihrer Welle (4') fest mit einer getriebeinternen Nebenwelle (22) verbunden und über die Kupplung (WSK) sowie jeweils einen Getriebezug (31, 32 bzw. 27, 28) entweder mit der das kleinere (12) der beiden Sonnenräder (10, 12) tragenden Welle (11) oder der Abtriebswelle (7) des Getriebes (2) verbindbar ist.

3. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beidseitig schwenkbare Hydrostatmaschine jene (3) ist, die mit ihrer Welle (3') fest mit einer getriebeinternen Nebenwelle (21) verbunden ist und über einen Getriebezug (20, 19) mit dem Hohlrad (16) des Planetendifferentials (9) in Antriebsverbindung steht.

4. Antriebseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung (35) direkt auf die mit einem Bremsorgan (36) versehene Welle (3') der beidseitig verschwenkbaren Hydrostatmaschine (3) wirkend angeordnet ist.

5. Antriebseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung (35) auf die mit der Welle (3') der beidseitig verschwenkbaren Hydrostatmaschine (3) verbundene, mit einem Bremsorgan (35) versehene Nebenwelle (21) wirkend angeordnet ist.

6. Antriebseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung (35) außerhalb des Gehäuses (38) des Leistungsverzweigungsgetriebes (2) auf einen nach außen verlängerten, mit einem Bremsorgan (36) versehenen Abschnitt der Nebenwelle (21) wirkend angeordnet ist.

7. Antriebseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung (35) innerhalb des Gehäuses (38) des Leistungsverzweigungsgetriebes (2) auf ein dort an der Nebenwelle (21) angeordnetes Bremsorgan (36) wirkend angeordnet ist.

8. Antriebseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung (35) auf ein mit dem Hohlrad (16) festverbundenes Bremsorgan (36) wirkend angeordnet ist.

9. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinrichtung (41) mit der elektronischen Motorsteuerung (42) vereinigt oder Teil derselben ist und einen Mikroprozessor, Daten- und Programmspeicher, Ein- und Ausgabeperipherie aufweist.

10. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beidseitig verschwenkbare Hydrostatmaschine mit sämtlichen für den Betrieb notwendigen hydraulischen Begleitkomponenten wie Einspeisungsventil, Drucksteuerventil, Druckbegrenzungsventil und dergleichen ausgestattet ist.

11. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beidseitig verschwenkbare Hydrostatmaschine der Schrägscheiben-Bauart gehorcht.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

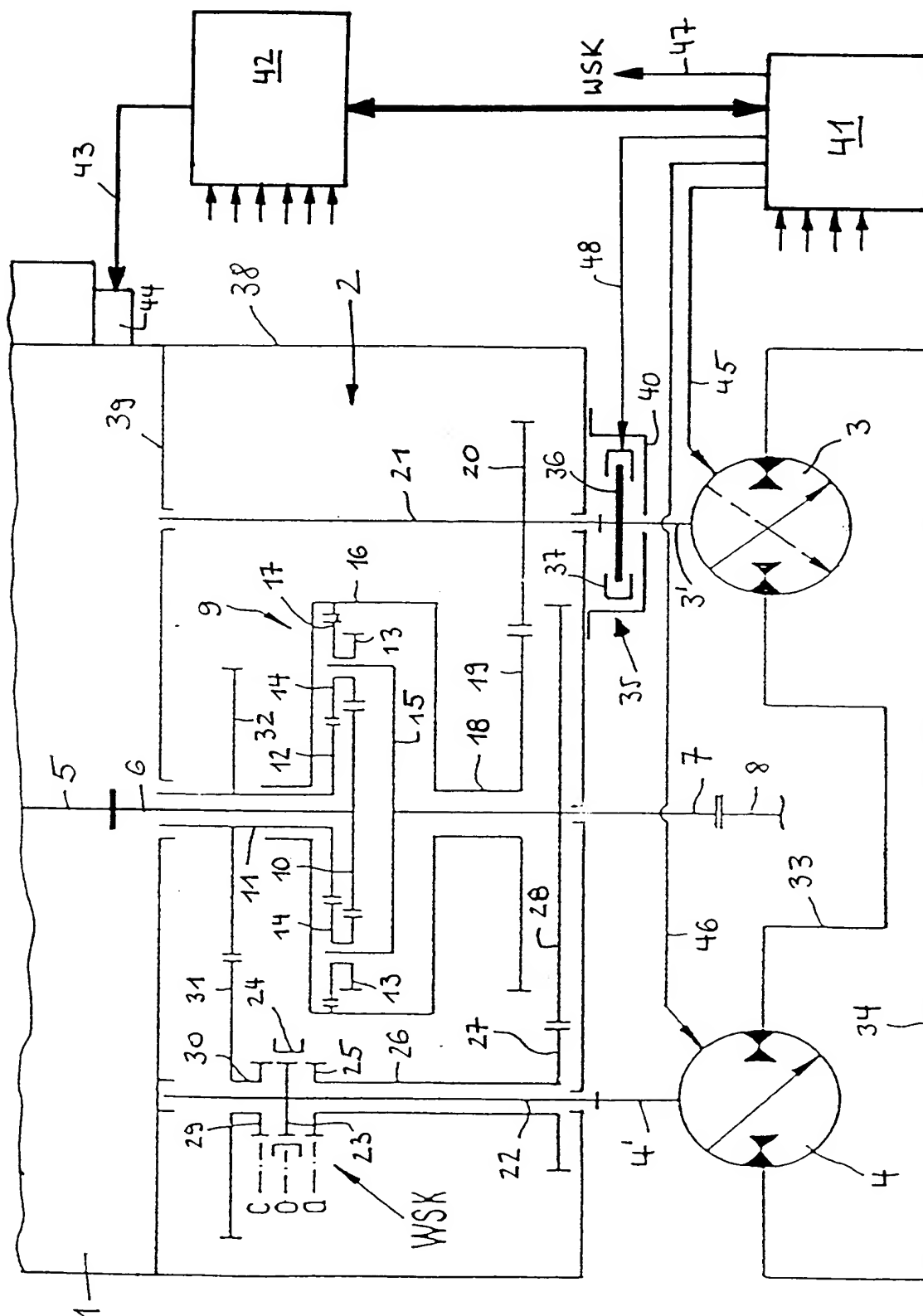


Fig. 1

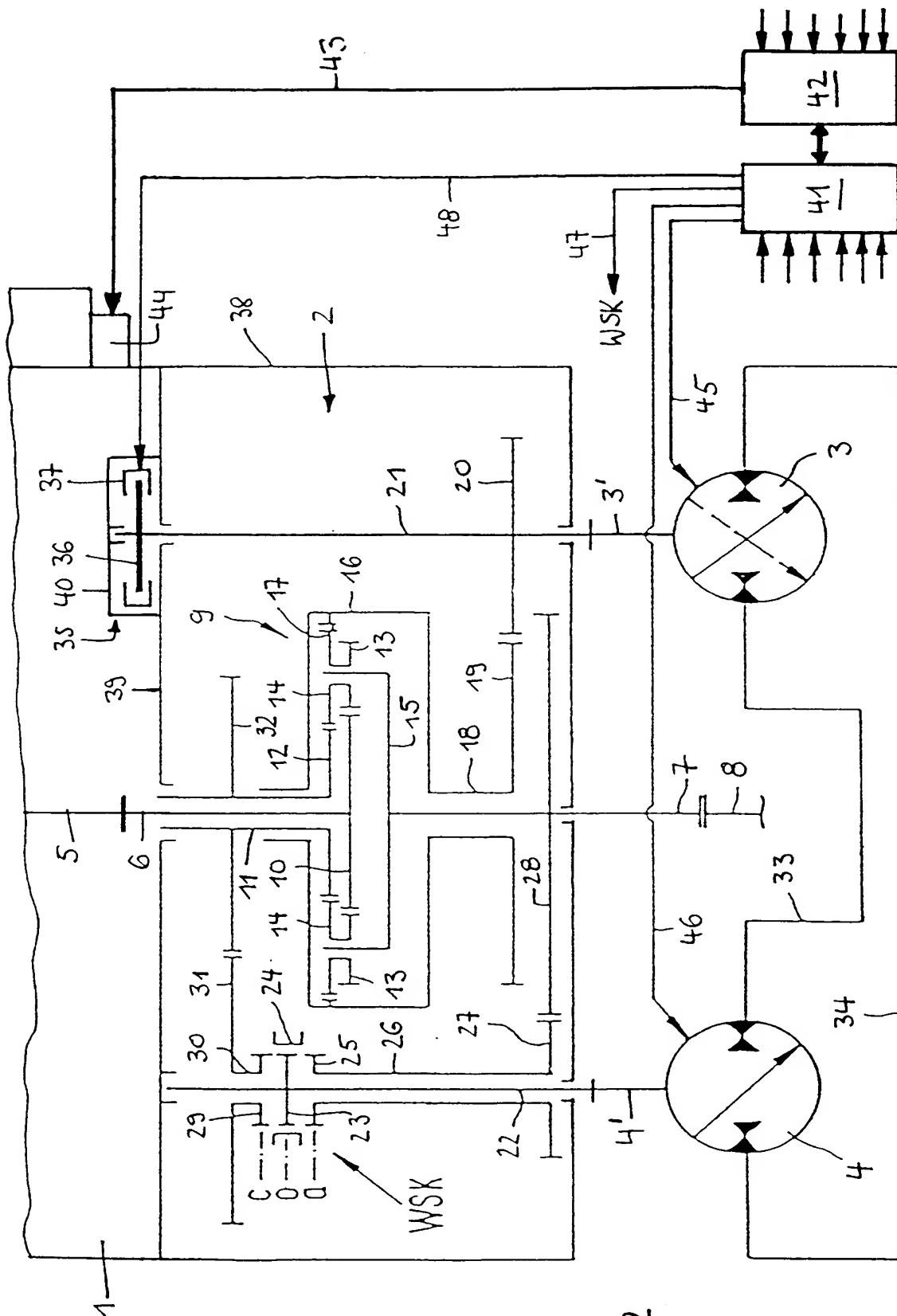


Fig. 2

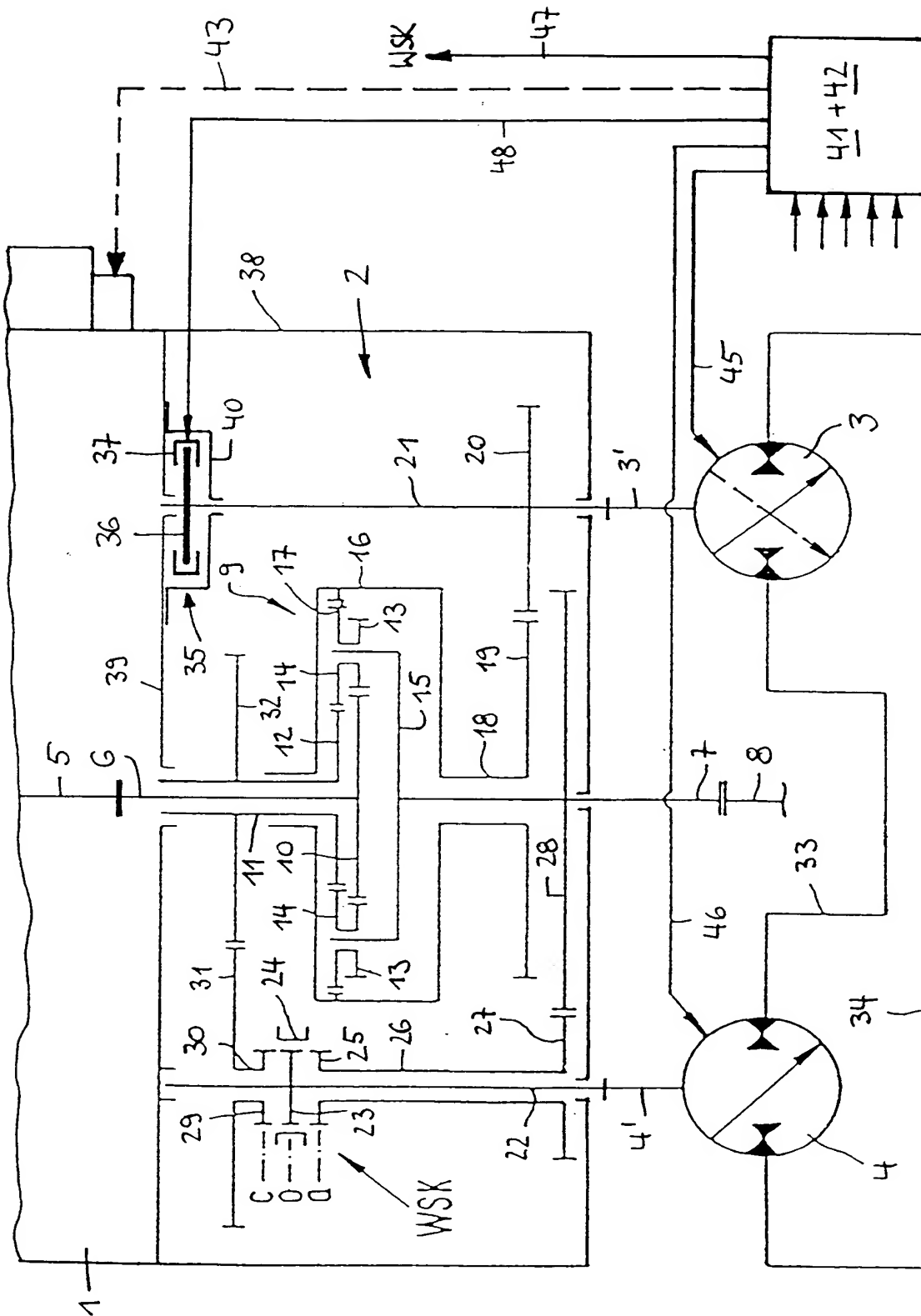


Fig. 3

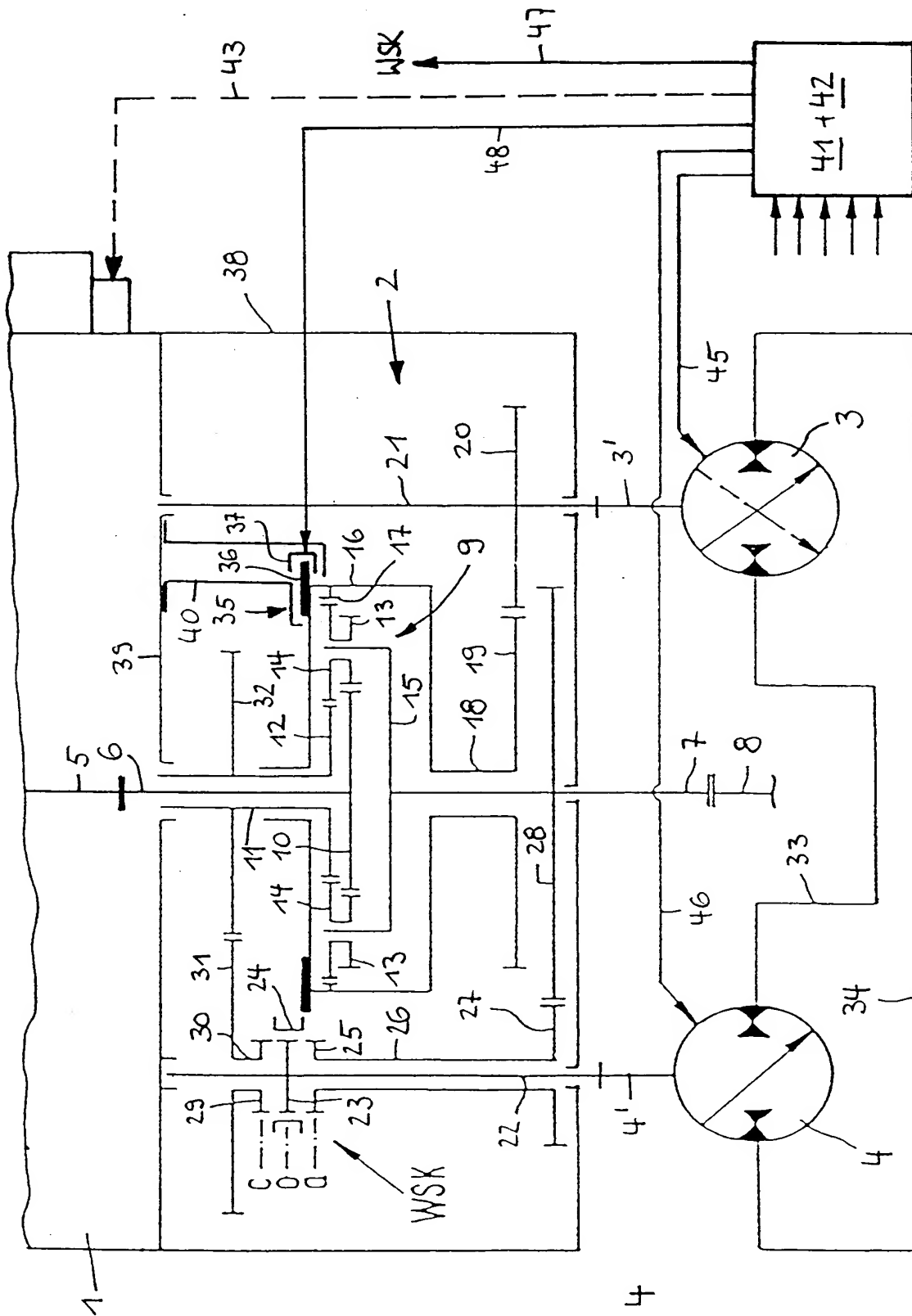


Fig. 4